

(Translation)

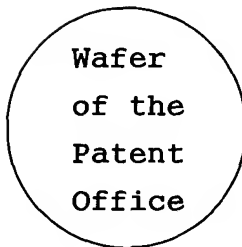
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application : July 22, 2002

Application Number : Patent Appln. No. 2002-212945

Applicant(s) : SHARP KABUSHIKI KAISHA



June 6, 2003

Shinichiro OTA

Commissioner,
Patent Office

Seal of
Commissioner
of
the Patent
Office

Appln. Cert. No.

Appln. Cert. Pat. 2003-3044303

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月22日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-212945

[ST.10/C]:

[JP2002-212945]

出 願 人

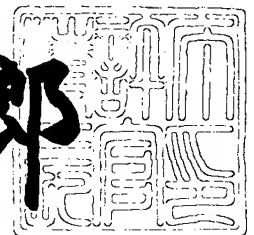
Applicant(s):

シャープ株式会社

2003年 6月 6日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3044303

【書類名】 特許願

【整理番号】 02J01359

【提出日】 平成14年 7月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G03F 1/08

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 大森 清薫

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078282

【弁理士】

【氏名又は名称】 山本 秀策

【選任した代理人】

【識別番号】 100062409

【弁理士】

【氏名又は名称】 安村 高明

【選任した代理人】

【識別番号】 100107489

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塩 竹志

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001878

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208587

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体集積回路製造用マスクパターンデータ生成方法およびその検証方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体集積回路装置製造時のリソグラフィ工程において、マスクに描画されたパターンを半導体ウェハ上へ転写する際に、光近接効果によって生じるパターン歪みを相殺する光近接効果補正（O P C : O p t i c a l P r o x i m i t y C o r r e c t i o n）処理を、原マスクパターンデータに対して施してマスクパターンデータを生成する方法であって、

該原マスクパターンデータを、第1サイズを有する複数の領域に分割する第1ステップと、

該第1ステップで分割された第1サイズの領域単位で原マスクパターンデータにO P C処理を施して、第1マスクパターンデータを生成する第2ステップと、

該原マスクパターンデータを、第1サイズとは異なる第2サイズを有する複数の領域に分割する第3ステップと、

該第3ステップで分割された第2サイズの領域単位で原マスクパターンデータにO P C処理を施して、第2マスクパターンデータを生成する第4ステップと、

該第1マスクパターンデータおよび該第2マスクパターンデータの一致比較を行う第5ステップと、

該第5ステップで不一致パターンデータが存在しない場合には、該第1マスクパターンデータまたは該第2マスクパターンデータを半導体集積回路製造用マスクパターンデータとして生成し、不一致パターンデータが存在する場合には、該第1マスクパターンデータまたは該第2マスクパターンデータから不一致パターンデータを除去したマスクパターンデータを製造用マスクパターンデータとして生成する第6ステップとを含む半導体集積回路製造用マスクパターン生成方法。

【請求項2】 半導体集積回路装置製造時のリソグラフィ工程において、マスクに描画されたパターンを半導体ウェハ上へ転写する際に、光近接効果によって生じるパターン歪みを相殺する光近接効果補正（O P C : O p t i c a l P r o x i m i t y C o r r e c t i o n）処理を、原マスクパターンデータに

対して施してマスクパターンデータを生成する方法であって、

該原マスクパターンデータを、第 1 サイズを有する複数の領域に分割する第 1 ステップと、

該第 1 ステップで分割された第 1 サイズの領域単位で原マスクパターンデータに O P C 処理を施して、第 1 マスクパターンデータを生成する第 2 ステップと、

該原マスクパターンデータを、第 1 サイズとは異なる第 2 サイズを有する複数の領域に分割する第 3 ステップと、

該第 3 ステップで分割された第 2 サイズの領域単位で原マスクパターンデータに O P C 処理を施して、第 2 マスクパターンデータを生成する第 4 ステップと、

該第 1 マスクパターンデータおよび該第 2 マスクパターンデータの一致比較を行い、比較結果データを出力する第 5 ステップと、

該第 5 ステップで出力された比較結果データに含まれる図形パターンが、所定の範囲内の大きさか否かを判定する第 6 ステップと、

該第 6 ステップで、図形パターンが所定の範囲内の大きさであれば、該第 1 マスクパターンデータまたは該第 2 マスクパターンデータを半導体集積回路製造用マスクパターンデータとして生成し、図形パターンが所定の範囲外の大きさであれば、該第 1 マスクパターンデータまたは該第 2 マスクパターンデータから所定の範囲外の図形パターンを除去したマスクパターンデータを製造用マスクパターンデータとして生成する第 7 ステップとを含む半導体集積回路製造用マスクパターン生成方法。

【請求項 3】 前記第 6 ステップにおいて図形パターンの大きさを判定する際に、所定の範囲を、パターン形状の最小単位を規定するグリッドサイズを α とした場合に、 $\alpha \times \sqrt{2}$ 以上、かつ、 $\alpha \times 2$ 以下の範囲とする請求項 2 に記載の半導体集積回路製造用マスクパターン生成方法。

【請求項 4】 前記第 1 サイズまたは前記第 2 サイズのうち、少なくとも一方のサイズは、O P C 処理時間と分割領域サイズとの相関関係を実験的に求めた結果から、O P C 処理時間が極小となるサイズの近傍の値とする請求項 1 ～請求項 3 のいずれかに記載の半導体集積回路製造用マスクパターン生成方法。

【請求項 5】 前記第 2 ステップおよび前記第 4 ステップにおいて、それぞ

れ複数の分割領域を含む複数のグループにまとめて、各グループ単位でOPC処理を並列に処理する請求項1～請求項4のいずれかに記載の半導体集積回路製造用マスクパターンデータ生成方法。

【請求項6】 半導体集積回路装置製造時のリソグラフィ工程において、マスクに描画されたパターンを半導体ウェハ上へ転写する際に、光近接効果によって生じるパターン歪みを相殺する光近接効果補正（OPC：Optical Proximity Correction）処理を、原マスクパターンデータに対して施して得られる補正マスクパターンデータを検証する方法であって、

該原マスクパターンデータを、第1サイズを有する複数の領域に分割する第1ステップと、

該第1ステップで分割された第1サイズの領域単位で原マスクパターンデータにOPC処理を施して、補正マスクパターンデータを生成する第2ステップと、

該原マスクパターンデータを、第1サイズとは異なる第2サイズを有する複数の領域に分割する第3ステップと、

該第3ステップで分割された第2サイズの領域単位で原マスクパターンデータにOPC処理を施して、検証用マスクパターンデータを生成する第4ステップと

、
該補正マスクパターンデータおよび該検証用マスクパターンデータの一致比較を行う第5ステップと、

該第5ステップで不一致パターンデータが存在しない場合には、該補正マスクパターンデータを適切なマスクパターンデータであると判定し、不一致パターンデータが存在する場合には、該補正マスクパターンデータが不適切なマスクパターンデータであると判定して、該補正マスクパターンデータから不一致パターンデータを除去したマスクパターンデータを製造用マスクパターンデータとして生成する第6ステップとを含む半導体集積回路製造用マスクパターン検証方法。

【請求項7】 半導体集積回路装置製造時のリソグラフィ工程において、マスクに描画されたパターンを半導体ウェハ上へ転写する際に、光近接効果によって生じるパターン歪みを相殺する光近接効果補正（OPC：Optical P

proximity Correction) 処理を、原マスクパターンデータに対して施して得られる補正マスクパターンデータを検証する方法であって、

該原マスクパターンデータを、第1サイズを有する複数の領域に分割する第1ステップと、

該第1ステップで分割された第1サイズの領域単位で原マスクパターンデータにOPC処理を施して、補正マスクパターンデータを生成する第2ステップと、

該原マスクパターンデータを、第1サイズとは異なる第2サイズを有する複数の領域に分割する第3ステップと、

該第3ステップで分割された第2サイズの領域単位で原マスクパターンデータにOPC処理を施して、検証用マスクパターンデータを生成する第4ステップと

該補正マスクパターンデータおよび該検証用マスクパターンデータの一致比較を行い、比較結果データを出力する第5ステップと、

該第5ステップで出力された比較結果データに含まれる図形パターンが、所定の範囲内の大きさか否かを判定する第6ステップと、

該第6ステップで、図形パターンが所定の範囲内の大きさであれば、該補正マスクパターンデータを適切なマスクパターンデータであると判定し、図形パターンが所定の範囲外の大きさであれば、該補正マスクパターンデータが不適切なマスクパターンデータであると判定して、該補正マスクパターンデータから所定の範囲外の図形パターンを除去したマスクパターンデータを製造用マスクパターンデータとして生成する第7ステップとを含む半導体集積回路製造用マスクパターン検証方法。

【請求項8】 前記第6ステップにおいて図形パターンの大きさを判定する際に、所定の範囲を、パターン形状の最小単位を規定するグリッドサイズを α とした場合に、 $\alpha \times \sqrt{2}$ 以上、かつ、 $\alpha \times 2$ 以下の範囲とする請求項7に記載の半導体集積回路製造用マスクパターン検証方法。

【請求項9】 前記第1サイズまたは前記第2サイズのうち、少なくとも一方のサイズは、OPC処理時間と分割領域サイズとの相関関係を実験的に求めた結果から、OPC処理時間が極小となるサイズの近傍の値とする請求項6～請求

項 8 のいずれかに記載の半導体集積回路製造用マスクパターン検証方法。

【請求項 10】 前記第 2 ステップおよび前記第 4 ステップにおいて、それぞれ複数の分割領域を含む複数のグループにまとめて、各グループ単位で OPC 処理を並列に処理する請求項 6 ～請求項 9 のいずれかに記載の半導体集積回路製造用マスクパターンデータ検証方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体集積回路製造時のリソグラフィ工程において、マスクに描画されたパターンを半導体ウェハ上へ転写する際に、光近接効果によって生じるパターン歪みを相殺する光近接効果補正 (OPC: Optical Proximity Correction) 処理を、原マスクパターンデータに対して施してマスクパターンデータを生成する半導体集積回路製造用マスクパターンデータ生成方法、およびマスクパターンデータに対して、適切に補正が行われているか否かを検証する半導体集積回路製造用マスクパターンデータ検証方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、LSI (Large Scale Integrated circuit - 大規模集積回路) の微細化に伴って、回路製造時のリソグラフィ工程にて用いられるマスクに関して、パターンの寸法制御性の低下、パターン形状の変形等が問題となっている。

【0003】

このようなマスクパターンの寸法制御性の低下、マスクパターン形状の変形等が生じる原因の 1 つは、マスク作製プロセス上の問題であって、特に、マスク上へのパターン描画時において電子線の近接効果によりパターンが忠実に再現されないためである。また、他の 1 つは、マスクパターンをウェハ上に転写する際に、パターン歪みが発生して、パターンが忠実に転写されないためである。

【0004】

LSI 製造時のリソグラフィ工程では、従来、露光用光源として比較的波長の

短い、i 線と称される波長 3 6 5 n m の光が用いられており、0. 5 μ m ~ 0. 3 μ m 程度のパターンを含む半導体回路が、0. 0 5 μ m 程度の精度で加工されるようになっている。また、現在、加工寸法の微細化に伴って主流となっている、より波長が短い、波長 2 4 8 n m の K r F エキシマレーザ光源についても、それ以上の精度で加工することが要求されている。

【 0 0 0 5 】

このように回路パターンが微細化され、高密度にパターンが形成されたマスクを用いて、ウェハ上にパターンを転写する場合には、パターン転写の再現性が低く、必要とする精度で転写されない場合が生じている。特に、波長よりも微細なパターンを形成するリソグラフィ工程においては、以下のような多くの問題を引き起こすことが考えられる。

【 0 0 0 6 】

例えば、図 8 に示すように、配線パターンをウェハ上に回路パターンとして転写する場合に、矩形状のマスクパターン 1 0 1 をウェハ上に転写すると、その四隅の角 1 0 3 が丸まったパターン 1 0 2 となる。よって、設計上のマスクデータより、若干、パターン寸法が短くなり、その結果、電流容量の低下などといった電氣的不具合が生じることがある。

【 0 0 0 7 】

また、例えば、図 9 に示すように、コンタクトホールパターンをウェハ上に回路パターンとして転写する場合、性能限界の解像度で描画された微小な四角いマスクパターン 1 1 1 も、その四隅の角 1 1 3 が丸まって殆ど丸い形のパターン 1 1 2 となる。

【 0 0 0 8 】

また、例えば、図 1 0 に示すように、各辺の長さ a が同一である矩形状のマスクパターン 1 2 1 が規則的な配列で高密度に配置されたマスクを用いた場合、矩形状のパターンが単独で配置されたマスクと比較して、ウェハ上に転写されたパターン 1 2 2 のサイズは、四隅の角 1 2 3 が丸まることによる影響を受けるため、その寸法に b と c のような差が生じ、寸法のばらつきが b と d のように大きくなると、回路の動作タイミング、I C の歩留まり等に大きく影響を与えることに

なる。

【 0 0 0 9 】

このようなリソグラフィ工程における光近接効果によるパターン歪みの問題は、加工寸法の微細化により、短波長の光源を用いた場合でも生じるようになってきている。このような光近接効果によるパターン歪みに対しては、ウェハ上に転写されるパターン変形を予め見込んで、マスクパターンの寸法補正、パターン形状の変化等の補正処理を施すことによって、問題が生じないようにすることが可能である。

【 0 0 1 0 】

このため、最先端のリソグラフィ技術では、マスクパターンに対して、ウェハ上への転写時に光近接効果により生じる変形（パターン歪み）を予め補正しておくことが必要になっており、このような補正処理は、光近接効果補正（Optical Proximity Correction）と称されている。また、このようなOPC処理を施したパターンデータを用いて作製されたマスクは、OPCマスクと称されている。このOPC処理およびOPCマスクは、デザインルール（最小加工寸法） $0.35\mu\text{m}$ というような微細パターンが形成されるようになってから、広く用いられるようになってきている。

【 0 0 1 1 】

従来、マスクパターンの補正においては、1部のパターンサイズの変更、または、パターンの配置等に経験的な工夫が施されていたが、最近では、マスクパターン設計用シミュレーション技術の進捗により、LSI設計システムの中で、体系的なマスクパターンの補正が試みられてきている。

【 0 0 1 2 】

OPC処理においては、光の近接効果により起こり得るパターン歪み（以下、近接歪みと称する）に対して、各ICのレイヤ毎にマスク上で補正が行われる。まず、特性評価用に作製されたテストパターンの露光結果から経験的に得られるデータをベースとして、OPC処理を行うソフトウェアによって、近接歪みの数学的な記述を作成する。この記述は、"Rule-Base OPC"と称される手法で作成され、マスク上のレイアウトパターンに簡単な変更を加えるルール

（補正規則）として表される。このようなルールが、基本パターンに対する補正用のルールセットとして作成され、このルールセットに基づいてOPC処理が施される。また、設計データの段階で露光光源に対する光学的なシミュレーションを行って、マスクを用いてウェハ上にパターンを転写する際に予め予測される光学的な歪み、またはエッチング等のプロセス上の歪みを考慮した設計を行う”Model-Based OPC”と称される手法を用いて、さらに複雑なプロセスに対応した詳細な記述（モデルセット）を作成することもできる。

【0013】

このような近接歪みの記述（ルールセットまたはモデルセット）が一度作成されると、OPC処理を行うソフトウェアによって、その近接歪みに対応して、レイアウト・パターンの形状変更、ラインのエッジ移動、特殊パターンの追加等の補正処理が自動的に行われる。上述したコンタクトホールのように、ウェハ上に転写されるパターンの歪みが生じると考えられるレイヤのマスクは、これらの補正処理を施した後のマスクパターンデータを用いて作製することができる。

【0014】

以上のように、OPC処理されたマスクで近接歪みを相殺することによって、マスクの設計データに近いパターンをウェハ上に生成することが可能となる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のOPC処理では、微細なパターンに対して微細な補正パターンを生成する必要がある、OPC処理に必要とされる時間が大きく増大するという問題がある。

【0016】

例えば、コンタクトホールを例に挙げて説明すると、図11に示すように、パターンの四隅に小さな正方形の凸状補正パターン（セリフ（serif）パターンと称される）4を設けることによって、ウェハ上に転写したときの変形の程度を小さくする補正手法（OPC）がある。この場合、従来は1つの正方形で記述されるコンタクトホールパターンが、9つの矩形形状、または20角形で記述されることになる。

【 0 0 1 7 】

また、ラインパターンを例に挙げて説明すると、図 1 2 に示すように、ラインの終端に凸状補正パターン（ハンマーヘッドと称される）5 を設けることによって、ウェハ上に転写したときの変形の程度を小さくする補正手法（O P C）がある。この場合にも、コンタクトホールパターンと同様に、矩形数が増加し、O P C 処理に必要な時間が増加することになる。

【 0 0 1 8 】

さらに、ラインコーナー部を例に挙げて説明すると、図 1 3 に示すように、ラインコーナー部に補正パターンとして、アウトコーナーセリフ 6 およびインコーナーセリフ 7 を設けることによって、ウェハ上に転写したときの変形の程度を小さくする補正手法（O P C）がある。この場合にも、コンタクトホールパターンと同様に、矩形数が増加し、O P C 処理に必要な時間が増加することになる。

【 0 0 1 9 】

このように、O P C 処理を施したマスクパターンデータは、設計当初のデータと比べると図形数が増大し、その結果、O P C 処理に必要とされる時間が増大するという問題が生じる。

【 0 0 2 0 】

また、O P C 処理のプログラムのバグにより、本来発生されるべきではない O P C 処理による補正パターンが生じると、元のパターンデータとは異なるパターンデータが生成されることがあり、また、マスクの製造プロセス上の製造限界を超えた補正マスクパターンが生成されることもある。

【 0 0 2 1 】

このため、例えば特開平 1 1 - 1 7 4 6 5 9 号公報には、光近接効果補正（O P C）処理を行ったマスクパターンが適切なマスクパターンであるか否かを判定するための検証方法（リサイズチェック）が開示されている。

【 0 0 2 2 】

この特開平 1 1 - 1 7 4 6 5 9 号公報に開示されているマスクパターンの検証方法では、原マスクパターンを最大バイアス（光近接効果補正を行う際にラインのエッジを補正するための最大補正幅）だけオーバーサイズさせたマスクパター

ンと、アンダーサイズさせたマスクパターンとが生成される。そして、これらのマスクパターンと、光近接効果補正を行ったマスクパターンとが比較されて、補正が限界（最大バイアス）を超えていない場合に適切な補正であると判断される。

【0023】

図14は、特開平11-174659号公報に開示されているマスクパターンの検証方法の処理手順を示すフローチャートである。

【0024】

まず、ステップS101で、特性評価用テストパターンの露光結果から得られた経験的なデータをベースに、マスク上のレイアウト・パターンに変更を加えるための簡単なルールを抽出し、ステップS102では、OPC処理を施す補正量の最適値を求める。そして、ステップS103で、これらを基にルールファイルを作成する。一方、ステップS104ではレイアウトの設計データである原マスクパターンを作成する。

【0025】

次に、ステップS105では、ステップS103で作成したルールファイルと、ステップS104で作成した原マスクパターンとから、OPCルールセットを作成する。

【0026】

次に、ステップS107では、OPC処理の負荷を軽減するために、原マスクパターンを複数の領域に分割するテンプレートサイズ処理を行う。そして、ステップS108では、ステップS105で作成されたOPCルールセットに記述されている規則に従ってOPC処理を施し、ステップS109で補正マスクデータを生成する。一方、ステップS106では、原マスクパターンから、上述した最大バイアスだけオーバーサイズおよびアンダーサイズさせた原マスクデータを作成する。

【0027】

ステップS110では、ステップS109で作成した補正マスクデータと、ステップS106で作成した原マスクデータとを図形演算処理により減算し、両デ

ータで同じ図形パターンを削除する。これにより、両データを比較検証して、ステップS111で比較データとして出力する。

【0028】

次に、ステップS112では、ステップS111で生成された比較データ内に最大バイアスを超えるデータが存在するか否かをリサイズチェックする。そして、最大バイアスを超えるデータが存在する場合には、ステップS113で、そのデータを修正することにより、ステップS114で適切な補正が施されたマスクデータを得ることができる。また、比較データ内に最大バイアスを超えるデータが存在しない場合には、ステップS114に進み、補正マスクパターンを適切な補正が施されたマスクデータとして出力する。そして、ステップS115では、ステップS114で作成されたマスクデータを基にマスクを作製する。

【0029】

しかしながら、上記特開平11-174659号公報に開示されているマスクパターンの検証方法では、本来発生されるべきではないOPC処理による補正パターンであっても、OPC処理によって補正された補正パターンとオーバーサイズおよびアンダーサイズの前マスクパターンとの差が最大バイアス内であるような小さな補正パターンである場合には、検出することができない。

【0030】

このように、従来のマスクパターンの検証方法では、OPC処理を施したマスクデータが問題なく、ルール通りまたはモデル通りに補正が行われているか否かを適切に検証することができないという課題がある。

【0031】

さらに、実際にOPC処理により補正されたデータを検証する際に、どのような手法で処理したかによって、適切な検証方法を見極めて行う必要もある。これは、ルールベースでは得られるOPCパターンは一つであるが、モデルベースでは幾通りものOPCパターンが得られることが考えられるため、それぞれの方法に適した検証方法で検証する必要があるからである。

【0032】

本発明は、このような従来技術の課題を解決するためになされたものであり、

本来発生されるべきではないOPC処理による小さな補正パターンを見逃すことなく、高精度にOPC処理による補正パターンが適切であるか否かを検出して、微細なパターンを高精度に形成することができる半導体集積回路製造用マスクパターンデータの生成方法およびその検出方法を提供することを目的とする。

【0033】

【課題を解決するための手段】

本発明の半導体集積回路製造用マスクパターンデータ生成方法は、半導体集積回路装置製造時のリソグラフィ工程において、マスクに描画されたパターンを半導体ウェハ上へ転写する際に、光近接効果によって生じるパターン歪みを相殺する光近接効果補正（OPC：Optical Proximity Correction）処理を、原マスクパターンデータに対して施してマスクパターンデータを生成する方法であって、該原マスクパターンデータを、第1サイズを有する複数の領域に分割する第1ステップと、該第1ステップで分割された第1サイズの領域単位で原マスクパターンデータにOPC処理を施して、第1マスクパターンデータを生成する第2ステップと、該原マスクパターンデータを、第1サイズとは異なる第2サイズを有する複数の領域に分割する第3ステップと、該第3ステップで分割された第2サイズの領域単位で原マスクパターンデータにOPC処理を施して、第2マスクパターンデータを生成する第4ステップと、該第1マスクパターンデータおよび該第2マスクパターンデータの一致比較を行う第5ステップと、該第5ステップで不一致パターンデータが存在しない場合には、該第1マスクパターンデータまたは該第2マスクパターンデータを半導体集積回路製造用マスクパターンデータとして生成し、不一致パターンデータが存在する場合には、該第1マスクパターンデータまたは該第2マスクパターンデータから不一致パターンデータを除去したマスクパターンデータを製造用マスクパターンデータとして生成する第6ステップとを含み、そのことにより上記目的が達成される。

【0034】

本発明の半導体集積回路製造用マスクパターン生成方法は、半導体集積回路装置製造時のリソグラフィ工程において、マスクに描画されたパターンを半導体ウ

エハ上へ転写する際に、光近接効果によって生じるパターン歪みを相殺する光近接効果補正（OPC: Optical Proximity Correction）処理を、原マスクパターンデータに対して施してマスクパターンデータを生成する方法であって、該原マスクパターンデータを、第1サイズを有する複数の領域に分割する第1ステップと、該第1ステップで分割された第1サイズの領域単位で原マスクパターンデータにOPC処理を施して、第1マスクパターンデータを生成する第2ステップと、該原マスクパターンデータを、第1サイズとは異なる第2サイズを有する複数の領域に分割する第3ステップと、該第3ステップで分割された第2サイズの領域単位で原マスクパターンデータにOPC処理を施して、第2マスクパターンデータを生成する第4ステップと、該第1マスクパターンデータおよび該第2マスクパターンデータの一致比較を行い、比較結果データを出力する第5ステップと、該第5ステップで出力された比較結果データに含まれる図形パターンが、所定の範囲内の大きさか否かを判定する第6ステップと、該第6ステップで、図形パターンが所定の範囲内の大きさであれば、該第1マスクパターンデータまたは該第2マスクパターンデータを半導体集積回路製造用マスクパターンデータとして生成し、図形パターンが所定の範囲外の大きさであれば、該第1マスクパターンデータまたは該第2マスクパターンデータから所定の範囲外の図形パターンを除去したマスクパターンデータを製造用マスクパターンデータとして生成する第7ステップとを含み、そのことにより上記目的が達成される。

【0035】

好ましくは、前記第6ステップにおいて図形パターンの大きさを判定する際に、所定の範囲を、パターン形状の最小単位を規定するグリッドサイズを α とした場合に、 $\alpha \times \sqrt{2}$ 以上、かつ、 $\alpha \times 2$ 以下の範囲とする。

【0036】

好ましくは、前記第1サイズまたは前記第2サイズのうち、少なくとも一方のサイズは、OPC処理時間と分割領域サイズとの相関関係を実験的に求めた結果から、OPC処理時間が極小となるサイズの近傍の値とする。

【0037】

好ましくは、前記第2ステップおよび前記第4ステップにおいて、それぞれ複数の分割領域を含む複数のグループにまとめて、各グループ単位でOPC処理を並列に処理する。

【0038】

本発明の半導体集積回路製造用マスクパターンデータ検出方法は、半導体集積回路装置製造時のリソグラフィ工程において、マスクに描画されたパターンを半導体ウェハ上へ転写する際に、光近接効果によって生じるパターン歪みを相殺する光近接効果補正（OPC：Optical Proximity Correction）処理を、原マスクパターンデータに対して施して得られる補正マスクパターンデータを検証する方法であって、該原マスクパターンデータを、第1サイズを有する複数の領域に分割する第1ステップと、該第1ステップで分割された第1サイズの領域単位で原マスクパターンデータにOPC処理を施して、補正マスクパターンデータを生成する第2ステップと、該原マスクパターンデータを、第1サイズとは異なる第2サイズを有する複数の領域に分割する第3ステップと、該第3ステップで分割された第2サイズの領域単位で原マスクパターンデータにOPC処理を施して、検証用マスクパターンデータを生成する第4ステップと、該補正マスクパターンデータおよび該検証用マスクパターンデータの一致比較を行う第5ステップと、該第5ステップで不一致パターンデータが存在しない場合には、該補正マスクパターンデータを適切なマスクパターンデータであると判定し、不一致パターンデータが存在する場合には、該補正マスクパターンデータが不適切なマスクパターンデータであると判定して、該補正マスクパターンデータから不一致パターンデータを除去したマスクパターンデータを製造用マスクパターンデータとして生成する第6ステップとを含み、そのことにより上記目的が達成される。

【0039】

本発明の半導体集積回路製造用マスクパターン検証方法は、半導体集積回路装置製造時のリソグラフィ工程において、マスクに描画されたパターンを半導体ウェハ上へ転写する際に、光近接効果によって生じるパターン歪みを相殺する光近接効果補正（OPC：Optical Proximity Correction）

on) 処理を、原マスクパターンデータに対して施して得られる補正マスクパターンデータを検証する方法であって、該原マスクパターンデータを、第1サイズを有する複数の領域に分割する第1ステップと、該第1ステップで分割された第1サイズの領域単位で原マスクパターンデータにOPC処理を施して、補正マスクパターンデータを生成する第2ステップと、該原マスクパターンデータを、第1サイズとは異なる第2サイズを有する複数の領域に分割する第3ステップと、該第3ステップで分割された第2サイズの領域単位で原マスクパターンデータにOPC処理を施して、検証用マスクパターンデータを生成する第4ステップと、該補正マスクパターンデータおよび該検証用マスクパターンデータの一致比較を行い、比較結果データを出力する第5ステップと、該第5ステップで出力された比較結果データに含まれる図形パターンが、所定の範囲内の大きさか否かを判定する第6ステップと、該第6ステップで、図形パターンが所定の範囲内の大きさであれば、該補正マスクパターンデータを適切なマスクパターンデータであると判定し、図形パターンが所定の範囲外の大きさであれば、該補正マスクパターンデータが不適切なマスクパターンデータであると判定して、該補正マスクパターンデータから所定の範囲外の図形パターンを除去したマスクパターンデータを製造用マスクパターンデータとして生成する第7ステップとを含み、そのことにより上記目的が達成される。

【0040】

好ましくは、前記第6ステップにおいて図形パターンの大きさを判定する際に、所定の範囲を、パターン形状の最小単位を規定するグリッドサイズを α とした場合に、 $\alpha \times \sqrt{2}$ 以上、かつ、 $\alpha \times 2$ 以下の範囲とする。

【0041】

好ましくは、前記第1サイズまたは前記第2サイズのうち、少なくとも一方のサイズは、OPC処理時間と分割領域サイズとの相関関係を実験的に求めた結果から、OPC処理時間が極小となるサイズの近傍の値とする。

【0042】

好ましくは、前記第2ステップおよび前記第4ステップにおいて、それぞれ複数の分割領域を含む複数のグループにまとめて、各グループ単位でOPC処理を

並列に処理する。

【 0 0 4 3 】

以下に、本発明の作用について説明する。

【 0 0 4 4 】

本発明にあっては、原マスクパターンデータに対してテンプレート（分割領域）のサイズを変更してOPC処理を施した2種類の補正マスクパターンデータを比較して、不一致パターンデータが抽出されない場合には、補正マスクパターンデータを適切な補正処理が施された半導体集積回路製造用マスクパターンデータと判定することができる。また、不一致パターンデータが抽出された場合には、この不一致パターンデータを、OPC処理プログラムの不具合等によって生じる、本来発生されるべきではない補正パターンとみなして、補正マスクパターンデータから不一致パターンデータを除去したマスクパターンデータを、適切な補正処理が施された半導体集積回路製造用マスクパターンデータとして生成することができる。

【 0 0 4 5 】

また、Rule-Base OPC手法では、ある決められた数値通りに補正パターンが生成されるが、Model-Base OPC手法では、光学シリアルデータをベースとして作成されたプロセスモデルに基づいて、OPC処理プログラムによって異なる補正パターンが生成され、いずれも適正な補正パターンデータである場合がある。

【 0 0 4 6 】

このような場合には、原マスクパターンデータに対してテンプレートサイズを変更してOPC処理を施した2種類の補正マスクパターンデータを比較し、比較結果データに含まれる図形パターンが、所定の範囲内の大きさであれば、補正マスクパターンデータを適切な補正処理が施された半導体集積回路製造用マスクパターンデータと判定することができる。また、比較結果データに含まれる図形パターンが、所定の範囲外の大きさであれば、この所定の範囲外の図形パターンを、OPC処理プログラムの不具合等によって生じる、本来発生されるべきではない補正パターンとみなして、補正マスクパターンデータから所定の範囲外の図形

パターンを除去したマスクパターンデータを、適切な補正処理が施された半導体集積回路製造用マスクパターンデータとして生成することができる。この場合、所定の範囲は、パターン形状の最小単位を規定するグリッドサイズを α とした場合に、 $\alpha \times \sqrt{2}$ 以上、かつ、 $\alpha \times 2$ 以下の範囲とすることが好ましい。

【0047】

2種類のテンプレートサイズの少なくとも一方は、OPC処理時間が極小となるサイズの近傍の値とすることによって、処理時間の短縮化を図ることができる。さらに、テンプレートを複数のグループにまとめて、各グループ単位でOPC処理を並列に処理することによって、処理時間の短縮化を図ることができる。

【0048】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態について、図面に基づいて説明する。

【0049】

(実施形態1)

図1は、本発明の一実施形態である半導体集積回路製造用マスクパターンデータ製造方法およびその検証方法について、OPC処理による補正パターン発生からマスクデータ作製までの一連の処理手順を示すフローチャートである。ここでは、Rule-Base OPC手法によって補正マスクパターンデータを生成する例について説明する。

【0050】

まず、ステップS1で、OPC処理が必要とされるレイアウト層に関するルール抽出を行う。このルールは、予め作製した特性評価用のTEG (Test Element Group) マスクを用いてウェハに対してステッパ露光を行い、その結果得られたウェハ上の転写結果から、マスク上のレイアウト・パターンに対して補正を行うために必要な簡単な変更規則を求め、それを所定の書式でルールとして表現することにより得ることができる。

【0051】

次に、ステップS2では、OPC処理を施す補正量の最適値を求め、ステップS3で、ステップS1で抽出したルールとステップS2で求めた補正量の最適値

とからルールファイルを作成する。一方、ステップS4では、OPC処理が必要なレイアウト層に対応する原マスクパターンを作成する。

【0052】

次に、ステップS5では、ステップS3で作成したルールファイルと、ステップS4で作成した原マスクパターンとから、OPC処理に必要とされるOPCルールセットを作成する。

【0053】

次に、ステップS6では、原マスクパターンをテンプレートサイズ-A-の条件で複数の領域に分割する。そして、ステップS7で、各分割領域（テンプレート）に対して、ステップS5で作成されたOPCルールセットに記述されている規則に従ってOPC処理を施し、ステップS8で補正マスクデータを生成する。一方、ステップS9では、原マスクパターンをテンプレートサイズ-B-の条件で複数の領域に分割する。そして、ステップS10で、各分割領域（テンプレート）に対して、ステップS5で作成されたOPCルールセットに記述されている規則に従ってOPC処理を施し、ステップS11で比較検証用データを生成する。

【0054】

以上により、原マスクパターンに対してテンプレートサイズのみを異ならせてそれぞれOPC処理を施したデータである補正マスクデータと比較検証用データとが生成される。この2つのデータは、ルールファイルを含む、同じOPCルールセットを用いて生成されたOPC処理後のデータであり、OPC処理プログラムの不具合等に起因する異常な処理がない場合には、全く同じデータが得られることになる。

【0055】

次に、ステップS12では、ステップS8で作成した補正マスクデータと、ステップS11で作成した比較検証用データとを図形演算処理により減算し、両データで同じ図形パターンを削除することにより、両データを比較検証する。両データ間で一致しないデータが存在する場合には、エラーとして、ステップS13で、検出された不一致データを補正マスクデータから除去するデータ修正を行う。

【0056】

また、比較検証で両データ間で一致しないデータが存在しない場合には、テンプレートサイズA-の条件でOPC処理を行った補正マスクデータを、適切な補正が施されたマスクデータであると判断することができる。そして、ステップS14では、ステップS12で適切な補正が施されたマスクデータと判定された補正マスクデータまたはステップS13でデータ修正されたデータを、実際のマスク作製に使用されるマスクデータとして、描画データに変換した後、ステップS15のマスク作製工程に進む。

【0057】

以上のようにして、Rule-Base OPC手法によってマスクパターンを補正し、検証を行った後、最終的に半導体集積回路製造用マスクデータを生成することができる。なお、上記図1に点線Aで囲んだ処理手順は、OPC処理による補正パターン発生用ツールとして、例えば、現在市販されているAvant!社製のTaurus-OPC等のような実績のあるツールを用いて行うことができる。また、点線Bで囲んだ処理手順は、比較検証ツールとして、例えば、現在市販されているCadence社製のDracula等のような実績のあるツールを用いて行うことができる。

【0058】

以下に、上記処理手順について、さらに詳細に説明する。

【0059】

はじめに、上記図1に点線Aで囲んだ、適切なマスクパターンであるか否かを判定するためのOPC処理によるマスクデータ生成方法について、図2を用いて説明する。

【0060】

まず、図2(a)に示すように、レイアウト設計により生成された設計元データ（原マスクパターン）23を、OPC処理によるマスクデータ発生前に、予め複数の領域に分割する。以下、分割された各領域をテンプレート24と称する。

【0061】

次に、図2(b)に示すように、分割されたテンプレート24毎に、そのテン

プレートに含まれるレイアウト・パターン 2 3 に対して、順次、補正を施す。ここでは、レイアウト・パターン 2 3 にセリフパターン 2 5 を補正している。

【 0 0 6 2 】

このときのテンプレートサイズは、各デバイスによって異なる数値となるが、一辺を約約 5 0, 0 0 0 n m 程度の矩形に設定することによって、O P C 処理時間の短縮化を図ることができる。

【 0 0 6 3 】

図 3 は、テンプレートサイズと O P C 処理時間との相関関係を定性的に示すグラフである。

【 0 0 6 4 】

テンプレートサイズを小さくすると、O P C 処理が施されるデータ量が増加するために、レイアウト設計データ全体で O P C 処理時間が増大する。また、テンプレートサイズを大きくすると、1 つのテンプレートに対する O P C 処理時間が増大するために、レイアウト設計データ全体で O P C 処理時間が増大する。従って、両者の中間に O P C 処理時間の極小値が存在し、上記約 5 0, 0 0 0 n m のテンプレートサイズは、この極小値近傍の値である。

【 0 0 6 5 】

このように、O P C 処理時間は、テンプレートサイズに対する依存性を有している。この依存性は、プロセスパラメータ（特性）および処理対象となるマスク層によって決定され、図 3 に示す特性は、実験的に求めることが可能であるため、O P C 処理時間が最小となる、テンプレートサイズの最適値を得ることができる。

【 0 0 6 6 】

さらに、各テンプレートが隣接する境界部分には、約 1 0 0 0 n m のオーバーラップ領域を設けることが好ましい。これは、テンプレート内で O P C 処理対象となるレイアウト・パターン周辺のパターン形状を考慮して、補正パターンを発生させることにより、ルール通りに、またはモデルに適した補正パターンが得られるようにするためである。

【 0 0 6 7 】

本実施形態では、例えば、テンプレートサイズ-A-は1辺が30,000nmの矩形に設定し、テンプレートサイズ-B-は1辺が75,000nmの矩形に設定する。また、補正したいデータが疎なパターンばかりであれば、大きなテンプレートサイズを用い、補正したいデータが密なパターンばかりであれば小さなテンプレートサイズを用いることによって、処理時間の短縮化を図ることができる。また、例えば、疎・密パターンが共存しているLSIデータ等に対しては、中間の大きさのテンプレートサイズを用いることが好ましい。これらのことは、モデルベースについても、ルールベースについても同様である。

【0068】

次に、上記図1に点線Bで囲んだ、適切なマスクパターンであるか否かを判定するためのマスクデータの比較検証方法について、説明する。

【0069】

図2で説明したOPC処理によるマスクデータ生成方法において、OPC処理プログラムの不具合等のために、本来発生するべきではない補正パターンが発生することが考えられる。

【0070】

このような本来発生するべきではない補正パターンは、テンプレートサイズを変更させてOPC処理を施したマスクデータをいくつか生成し、互いに図形演算により減算を行って、両データで同じ図形パターンを削除することにより、除去することが可能となる。2つのマスクデータを互いに図形演算により減算することによって、両データの不一致パターンが抽出され、この不一致パターンを不具合で発生した補正パターンとみなすことができるからである。これにより、ルール通りのOPC処理による補正が施されたパターンをマスクデータとして生成することが可能となる。

【0071】

(実施形態2)

図4は、実施形態2の半導体集積回路製造用マスクパターンデータ製造方法およびその検証方法について、OPC処理による補正パターン発生からマスクデータ作製までの一連の処理手順を示すフローチャートである。ここでは、Mode

1-B a s e O P C手法によって補正マスクパターンデータを生成する例について説明する。

【 0 0 7 2 】

まず、ステップS 2 1で、O P C処理が必要とされるレイアウト層に関するモデル抽出を行う。このモデルは、予め作製した特性評価用のT E G (T e s t E l e m e n t G r o u p) マスクを用いてウェハに対してステッパ露光を行い、その結果得られたウェハ上の転写結果から、基本的なフォトデータを収集することにより得ることができる。

【 0 0 7 3 】

次に、ステップS 2 2では、ステップS 2 1のモデル抽出によって得られる線幅に関する依存性、または線同士の間隔に関する依存性等に合わせて光学シミュレータのパラメータを調整し、どのようなパターンがウェハー上に転写されるか、その転写結果からどのような最終マスクパターンが生成されるか等を光学シミュレーションを用いて検証することにより、プロセスモデル（特性）に対応して、O P C処理を施す補正量の最適値を求め、ステップS 2 3でモデルファイルを作成する。

【 0 0 7 4 】

一方、ステップS 2 4では、O P C処理が必要なレイアウト層に対応する原マスクパターンを作成する。

【 0 0 7 5 】

次に、ステップS 2 5では、ステップS 2 3で作成したモデルファイルと、ステップS 2 4で作成した原マスクパターンとから、O P C処理に必要とされるO P Cモデルセットを作成する。

【 0 0 7 6 】

次に、ステップS 2 6では、原マスクパターンをテンプレートサイズ-A-の条件で複数の領域に分割する。そして、ステップS 2 7で、各分割領域（テンプレート）に対して、ステップS 2 5で作成されたO P Cモデルセットの記述に従ってO P C処理を施し、ステップS 2 8で補正マスクデータを生成する。一方、ステップS 2 9では、原マスクパターンをテンプレートサイズ-B-の条件で複数

の領域に分割する。そして、ステップS30で、各分割領域（テンプレート）に対して、ステップS25で作成されたOPCモデルセットの記述に従ってOPC処理を施し、ステップS31で比較検証用データを生成する。

【0077】

以上により、原マスクパターンに対してテンプレートサイズのみを異ならせてそれぞれOPC処理を施したデータである補正マスクデータと比較検証用データとが生成される。

【0078】

次に、ステップS32では、ステップS28で作成した補正マスクデータと、ステップS31で作成した比較検証用データとを図形演算処理により減算し、両データで同じ図形パターンを削除することにより、両データを比較検証して、ステップS33で比較データとして出力する。

【0079】

次に、ステップS34では、ステップS33で生成された比較データに対してリサイズチェックを行い、所定の範囲外であれば、エラーとして、ステップS35で、所定の範囲外のパターンを補正マスクデータから除去するデータ修正を行う。

【0080】

また、比較データが所定の範囲内であれば、テンプレートサイズ-A-の条件でOPC処理を行った補正マスクデータを、適切な補正が施されたマスクデータであると判断することができる。そして、ステップS36では、ステップS34で適切な補正が施されたマスクデータと判定された補正マスクデータまたはステップS35でデータ修正されたデータを、実際のマスク作製に使用されるマスクデータとして、描画データに変換した後、ステップS37のマスク作製工程に進む。

【0081】

以上のようにして、Model-Base OPC手法によってマスクパターンを補正し、検証を行った後、最終的に半導体集積回路製造用マスクデータを生成することができる。なお、上記図4に点線Aで囲んだ処理手順は、OPC処理

による補正パターン発生用ツールとして、例えば、現在市販されているAvant!社製のTaurus-OPC等のような実績のあるツールを用いて行うことができる。また、点線Bで囲んだ処理手順は、比較検証ツールとして、例えば、現在市販されているCadence社製のDracula等のような実績のあるツールを用いて行うことができる。

【0082】

以下に、上記処理手順について、さらに詳細に説明する。

【0083】

まず、上記図4に点線Aで囲んだ、適切なマスクパターンであるか否かを判定するためのOPC処理によるマスクデータ生成方法については、実施形態1で図2を用いて説明した方法と同様に行うことができる。

【0084】

次に、上記図4に点線Bで囲んだ、適切なマスクパターンであるか否かを判定するためのマスクデータの比較検証方法について、説明する。

【0085】

Model-Base OPCにおいては、図2で説明したOPC処理後の各データは、同じOPCモデルセット条件で生成される。しかしながら、そのOPCモデルセットの記述が一度作成されると、OPC処理プログラムがテンプレートサイズの相違に起因するレイアウト・パターンの形状変更、ラインエッジの移動、特殊パターンの追加等に対する近接歪みに対応するため、テンプレートサイズが異なる2つのデータとして、OPC処理による補正パターン形状が生成されることが幾通りも考えられる。従って、同じOPC処理後のデータが生成されること確率は低く、適切なOPCパターンが幾通りも存在することとなる。このことについて、図5を用いて説明する。

【0086】

図5(a)に示すように、補正処理が施されていないマスク26に対して、理想的なウェハ転写が行われた場合には、実線27で示すようなパターンが得られる。しかしながら、実際には、図5(b)に示すように、角の丸まったパターン28となり、補正パターンが必要とされる。

【0087】

このような場合に、Rule-Base OPC手法では、ある決められた数値通りに補正パターンが生成される。しかしながら、Model-Base OPC手法では、光学シミュレーションをベースとして一度作られたプロセスモデルに対応してOPC処理が行われ、例えば、図5（c）および図5（d）に示すように、元のレイアウト・パターンに対して異なる補正パターン形状29および30が生成されることが考えられ、そのいずれの場合でも、ほぼ理想に近いウエハー転写結果31が得られることがある。

【0088】

従って、補正マスクデータと比較検証用データとの比較検証後には、OPC処理によって適切な補正が行われているか否かを判断するために、比較データを出力して、リサイズチェックを行う必要がある。

【0089】

次に、上記図4に点線Cで囲んだ、適切なマスクパターンであるか否かを判定するためのリサイズチェック方法について、説明する。

【0090】

Model-Base OPC手法により補正パターンが生成された直後のデータ（補正マスクデータおよび比較検証用データ）には、Grid上に位置しないデータが存在する。なお、ここで、Gridとは、レイアウト形状の最小単位を規定する仮想的な座標系のことを示す。この比較検証前のデータ（補正マスクデータおよび比較検証用データ）は、Grid単位で出力されるが、その際、補正されたパターン形状に1Grid程度の違いが発生する場合がある。これは、上記図5（c）および図5（d）に示したような、レイアウト・パターンに対して異なる補正パターン形状29および30が発生する原因となる。

【0091】

このような1Grid程度の補正パターン形状の違いは、これらの補正パターンを含むマスクを用いてフォト工程を行った後の形状（ウェハ上の転写形状）としては有異な差が生じないため、この差をリサイズチェックによって検出する必要性はない。しかしながら、それ以上の違いがある場合には、フォト工程後の形

状として有異な差が生じるため、リサイズチェックを行う必要性がある。

【 0 0 9 2 】

以下に、リサイズチェックについて、図 6 および図 7 を用いて具体的に説明する。

【 0 0 9 3 】

例えば、図 6 に示すように、垂直な配線パターン 3 2 のラインエッジ 3 3 に対して、上記テンプレートサイズ A の条件で OPC 処理を施した場合、平行方向に移動補正されたラインエッジ 3 4 は、OPC 処理直後は Grid に接しない状態である。しかしながら、補正マスクデータを出力する際には、Grid 単位で調整されるため、補正されたラインエッジ 3 4 が補正前のラインエッジ 3 3 に戻ることもある。また、垂直な配線パターン 3 2 のラインエッジ 3 3 に対して、上記テンプレートサイズ B の条件で OPC 処理を施した場合、平行方向に移動補正されたラインエッジ 3 5 は、OPC 処理直後は Grid に接しない状態である。しかしながら、補正マスクデータを出力する際には、Grid 単位で調整されるため、補正されたラインエッジ 3 5 が補正前のラインエッジ 3 3 よりも 1 Grid 分だけ平行方向に移動したラインエッジ 3 6 となることもある。

【 0 0 9 4 】

同様に、例えば、図 7 に示すように、斜め方向の配線パターン 4 2 のラインエッジ 4 3 に対して、上記テンプレートサイズ A の条件で OPC 処理を施した場合、斜め方向に平行移動補正されたラインエッジ 4 4 は、OPC 処理直後は Grid に接しない状態である。しかしながら、補正マスクデータを出力する際には、Grid 単位で調整されるため、補正されたラインエッジ 4 4 が補正前のラインエッジ 4 3 に戻ることもある。また、斜め方向の配線パターン 4 2 のラインエッジ 4 3 に対して、上記テンプレートサイズ B の条件で OPC 処理を施した場合、斜め方向に平行移動補正されたラインエッジ 4 5 は、OPC 処理直後は Grid に接しない状態である。しかしながら、補正マスクデータを出力する際には、Grid 単位で調整されるため、補正されたラインエッジ 4 5 が補正前のラインエッジ 4 3 よりも、図 7 に矢印 4 7 で示す $\text{Grid} \times \sqrt{2}$ 分だけ、平行方向に移動したラインエッジ 4 6 となることもある。

【 0 0 9 5 】

従って、適切なマスクパターンであるか否かを判定するためのリサイズチェック量の最小値は、斜め方向のパターンであって、斜め方向に平行移動補正された場合の $Grid \times \sqrt{2}$ とすることが好ましい。また、リサイズチェック量の最大値は、フォト工程後の形状として有異な差が生じる $Grid \times 2$ とすることが好ましい。ここで、上記各式内の「 $Grid$ 」は、予め設定される $Grid$ の間隔を示すものとする。

【 0 0 9 6 】

リサイズチェックは、リサイズ量を $Grid \times \sqrt{2}$ 以上、かつ、 $2 \times Grid$ 以下として、比較データからリサイズ量を減ずることにより比較データが無くなった場合には、適切な補正が行われていると判断することができる。また、比較データが無くならない場合には、適切な補正が行われてないと判断することができる。これにより、モデルに合った OPC 処理による補正が施されたパターンをマスクデータとして生成することが可能となる。

【 0 0 9 7 】

なお、上記実施形態 1 および実施形態 2 で説明した OPC 処理では、テンプレート単位で処理を行っており、テンプレート内の局所的なレイアウトパターンに対して形状を補正するという特性から、テンプレートが異なれば、それぞれの処理は互いに依存性が少なく、処理の独立性が高い。このような処理は、一般に、並列処理に適しており、OPC 処理についても同様である。従って、分割されたテンプレートを複数のグループに分けて、複数の OPC 処理装置を用いてグループ毎に OPC 処理を並列処理することが可能である。

【 0 0 9 8 】

このような並列処理を行うことによって、並列度にほぼ単純比例して処理速度を向上させることが可能である。さらに、本発明では、マスクデータの検証のために、補正マスクデータを生成するための OPC 処理と比較検証用データを生成するための OPC 処理とを行うため、並列処理は、検証時間の短縮化を顕著な効果を奏する。

【 0 0 9 9 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、光近接効補正（OPC）処理を行ったパターンデータに対して、そのOPC処理に最適な検証手法を用いることによって、レイアウト設計で意図した通りの極めて信頼性の高いマスクを作製することができる。これによって、光近接効果に起因するパターン歪みを回避することが可能となり、OPCマスク製造プロセスにおける量産性の向上を図ることができる。さらに、本発明により作製されたマスクを用いて半導体集積回路を製造することによって、電氣的な不具合の発生を防止することができ、半導体集積回路の歩留まりを向上させることができる。

【0100】

また、テンプレートを複数のグループにまとめて、各グループに対して複数のOPC処理装置を用いて並列にOPC処理を行うことにより、高速・高効率でOPC処理を施したマスクパターンデータを得ることができる。並列処理は、OPC処理を複数回行う本発明においては、特に顕著な効果を奏する。このように、高速処理が可能で効率が高い、光近接効果補正から検証までの一連の処理プロセスを実現することができると共に、OPC処理手法に最適な光近接効補正を行うことができるため、OPCマスク製造プロセスにおいて量産性の向上を図ることができる。従って、ウェハ上に所望のパターンを高い精度で作製することが可能となり、半導体集積回路の歩留まりを飛躍的に向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

実施形態1の半導体集積回路製造用マスクパターンデータの製造方法およびその検証方法の処理手順を示すフローチャートである。

【図2】

(a) および (b) は、それぞれ、OPC処理によるマスクデータ生成方法を説明するための模式図である。

【図3】

テンプレートサイズとOPC処理時間との関係を示すグラフである。

【図4】

実施形態 2 の半導体集積回路製造用マスクパターンデータの製造方法およびその検証方法の処理手順を示すフローチャートである。

【図 5】

(a) および (b) は、それぞれ、O P C 処理が施されていないマスクパターン形状とウェハ上に転写されたマスク形状とを示す模式図であり、(c) および (d) は、それぞれ、M o d e l - B a s e O P C 手法によって補正されたマスクパターン形状とウェハ上に転写されたマスク形状とを示す模式図である。

【図 6】

M o d e l - B a s e O P C 処理において、垂直方向の配線パターンに対する補正パターンを示す模式図である。

【図 7】

M o d e l - B a s e O P C 処理において、斜め方向の配線パターンに対する補正パターンを示す模式図である。

【図 8】

従来のマスクを用いて、ウェハ上にラインパターンを転写させる場合の問題点について説明するための模式図である。

【図 9】

従来のマスクを用いて、ウェハ上にコンタクトパターンを転写させる場合の問題点について説明するための模式図である。

【図 1 0】

従来のマスクを用いて、ウェハ上に孤立パターンと密集パターンとが混在するパターンを転写させる場合の問題点について説明するための模式図である。

【図 1 1】

O P C 処理が施されたマスクを用いて、ウェハ上に転写させたコンタクトパターンを示す模式図である。

【図 1 2】

O P C 処理が施されたマスクを用いて、ウェハ上に転写させたラインパターンを示す模式図である。

【図 1 3】

OPC処理が施されたマスクを用いて、ウェハ上に転写させたラインコーナーパターンを示す模式図である。

【図 1 4】

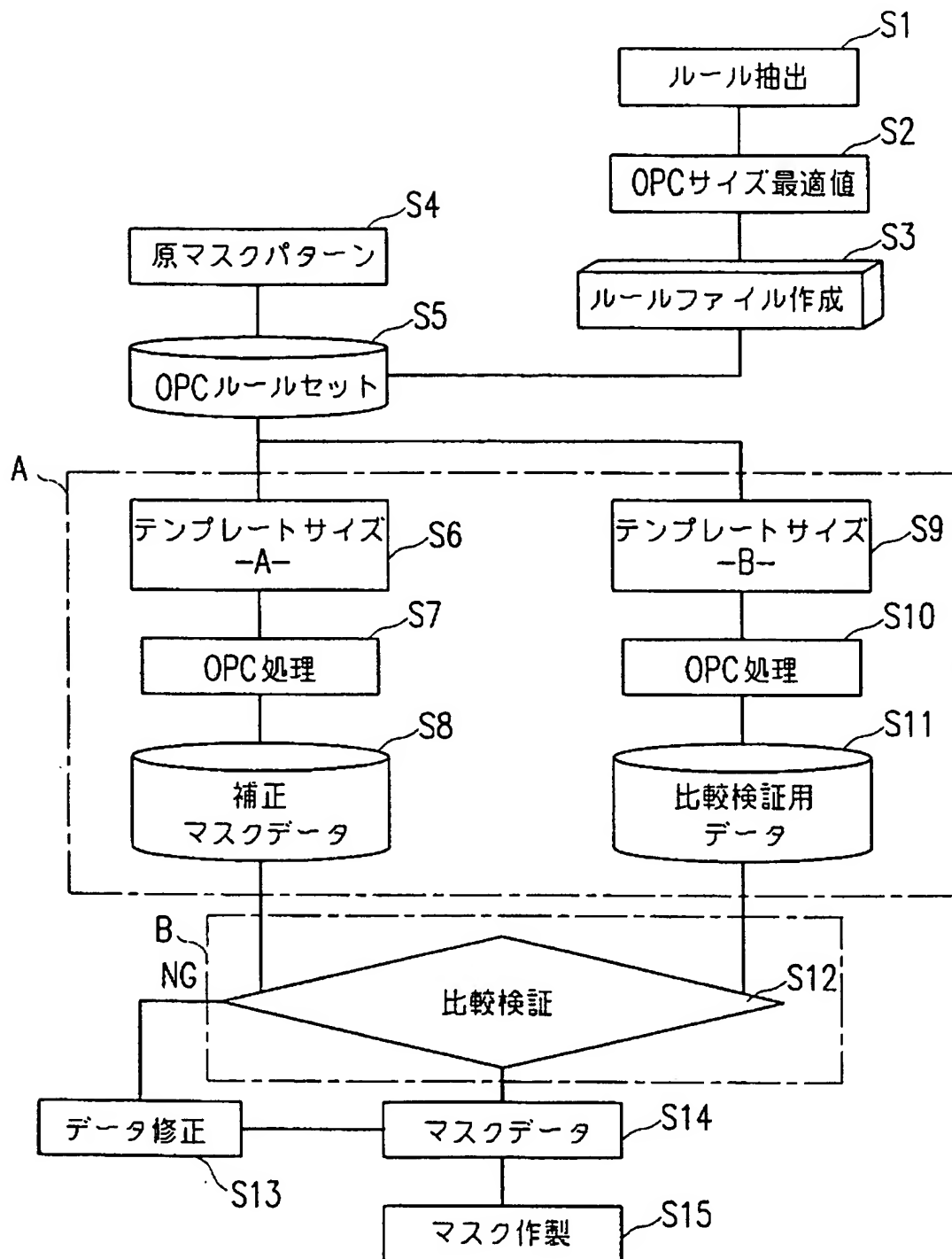
従来のマスクパターンの検証方法の処理手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

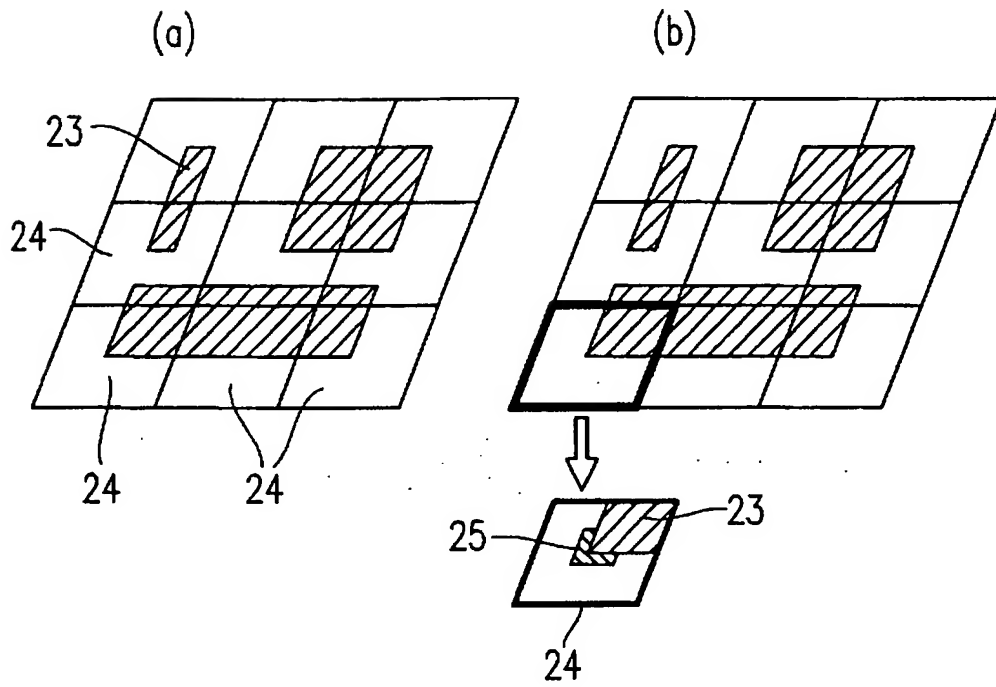
- 1 0 1、1 1 1、1 2 1 従来のマスクパターン
- 1 0 2、1 1 2、1 2 2 従来マスクパターンを用いた場合のウェハ上の転写パターン
- 1 0 3、1 1 3、1 2 3 パターンの丸まり
- 1 0 4 セリフパターン
- 1 0 5 ハンマーヘッドパターン
- 1 0 6 アウトコーナーセリフパターン
- 1 0 7 インコーナーセリフパターン
- 2 3 設計元データ
- 2 4 テンプレート
- 2 5 補正パターン
- 2 6 OPC処理が施されていないマスク
- 2 7 理想的なウェハ転写結果のパターン
- 2 8 実際のウェハ転写結果のパターン
- 2 9 補正パターン形状
- 3 0 補正パターン形状
- 3 1 ウェハ転写結果のパターン
- 3 2 垂直方向の配線パターン
- 3 3、4 3 ラインエッジ
- 3 4、4 4 補正後のラインエッジ
- 3 5、4 5 ラインエッジ
- 3 6、4 6 補正後のラインエッジ
- 4 2 斜め方向の配線パターン
- 4 7 $Grid \times \sqrt{2}$

【書類名】 図面

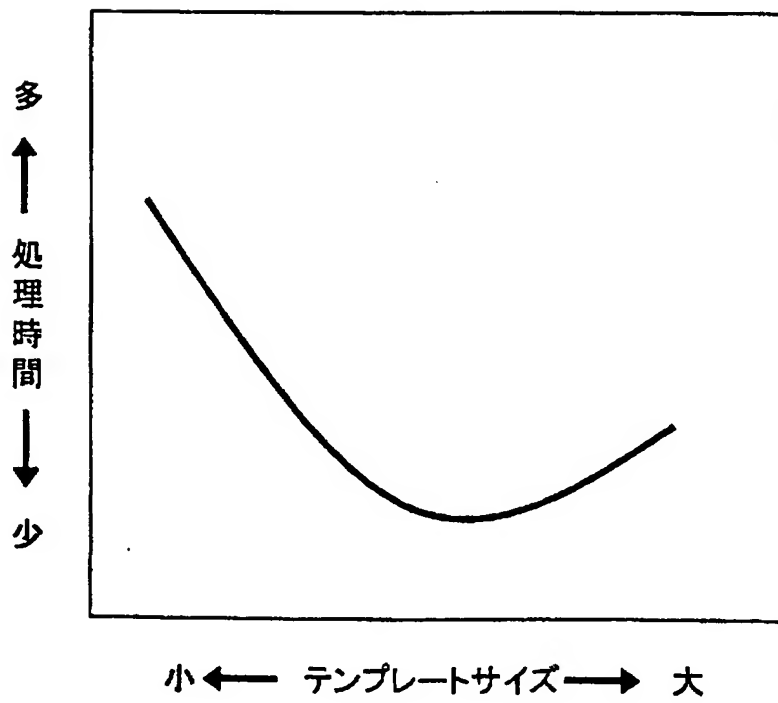
【図 1】



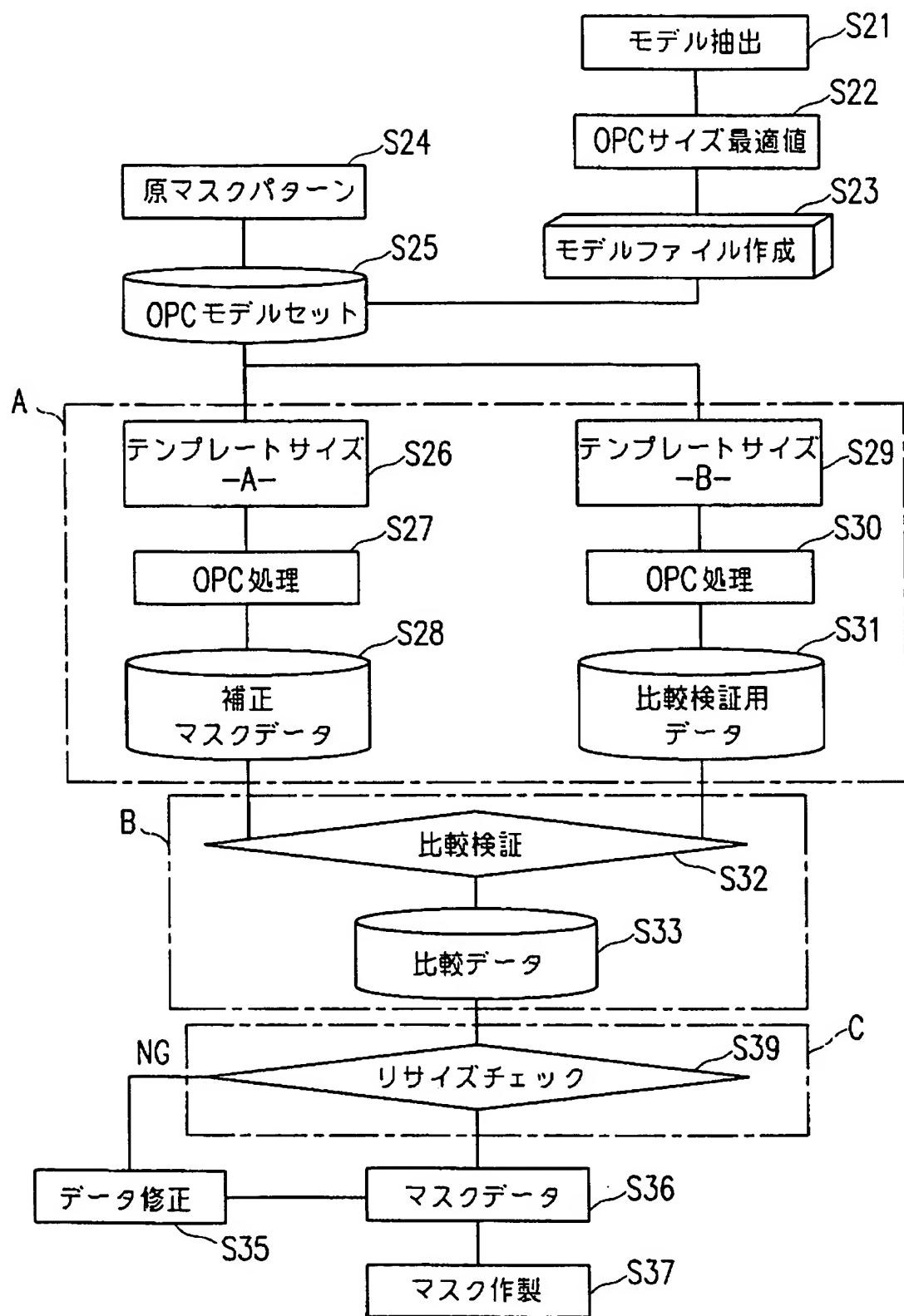
【図 2】



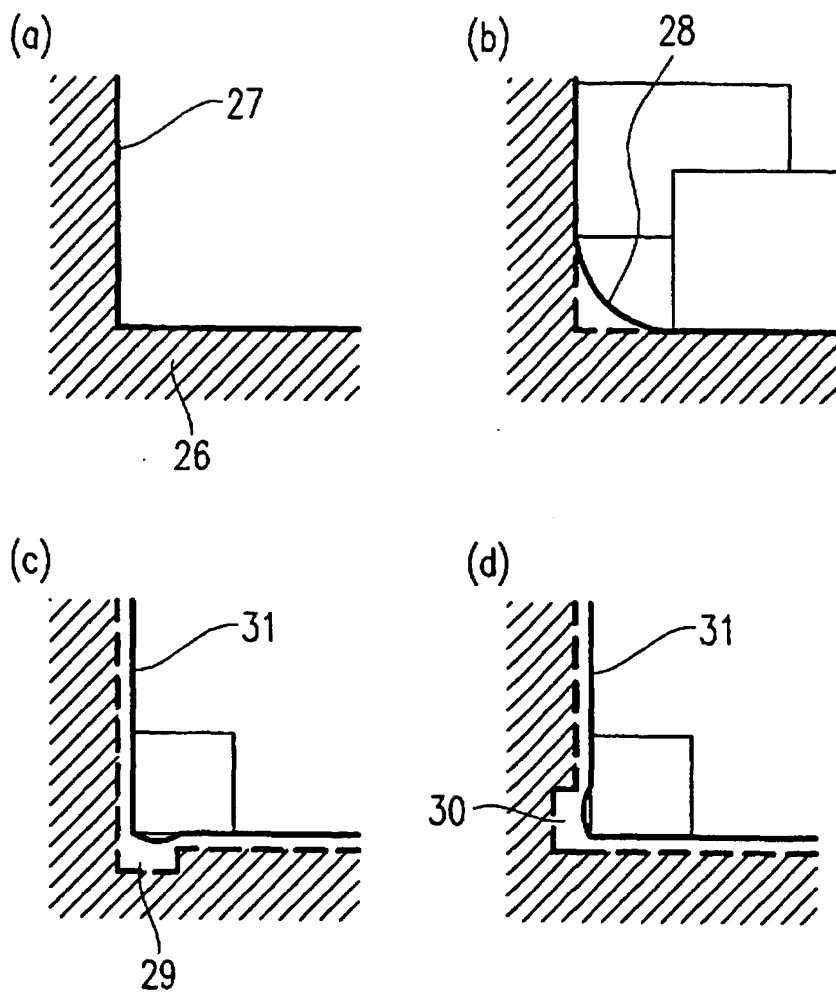
【図 3】



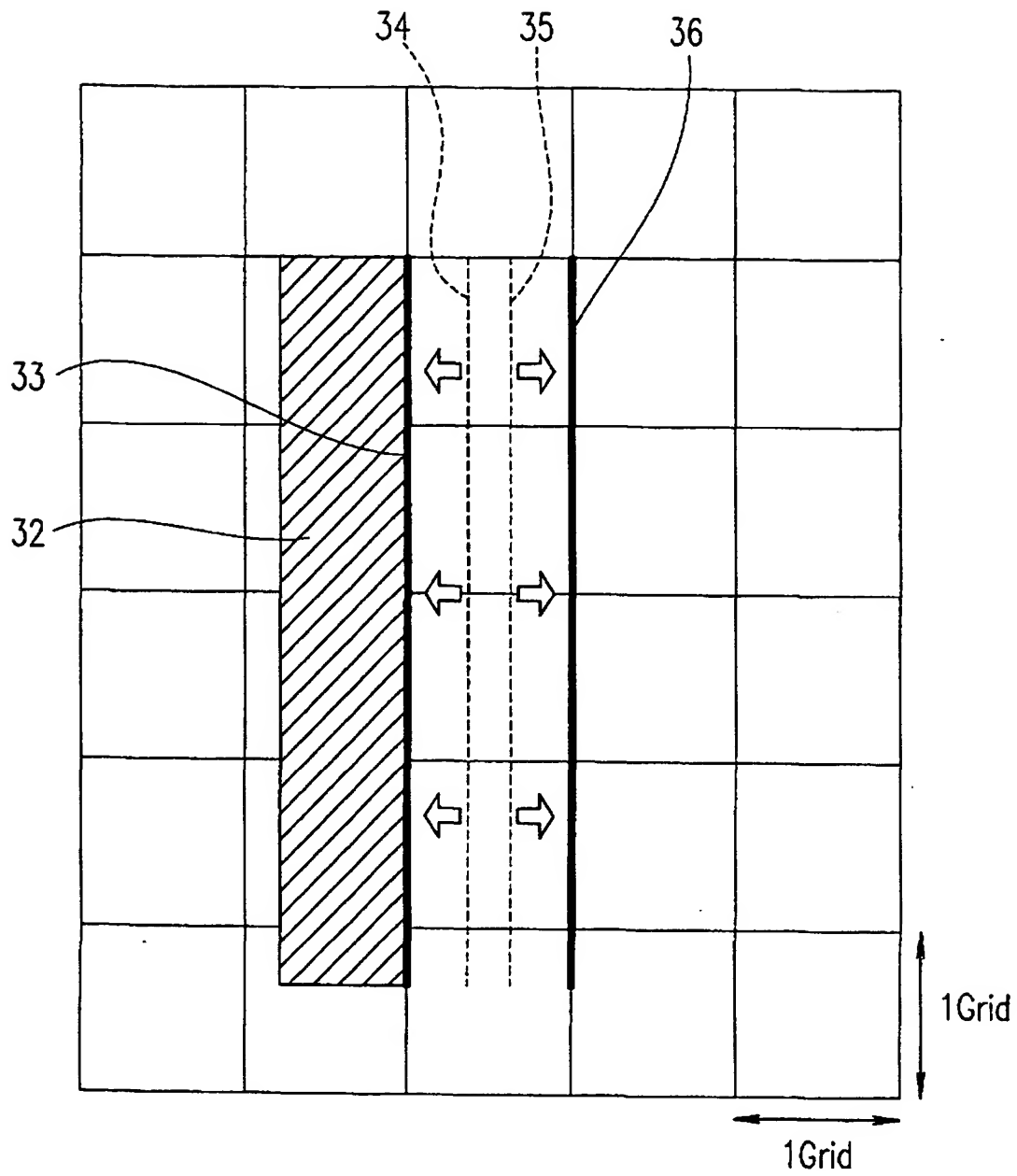
【図 4】



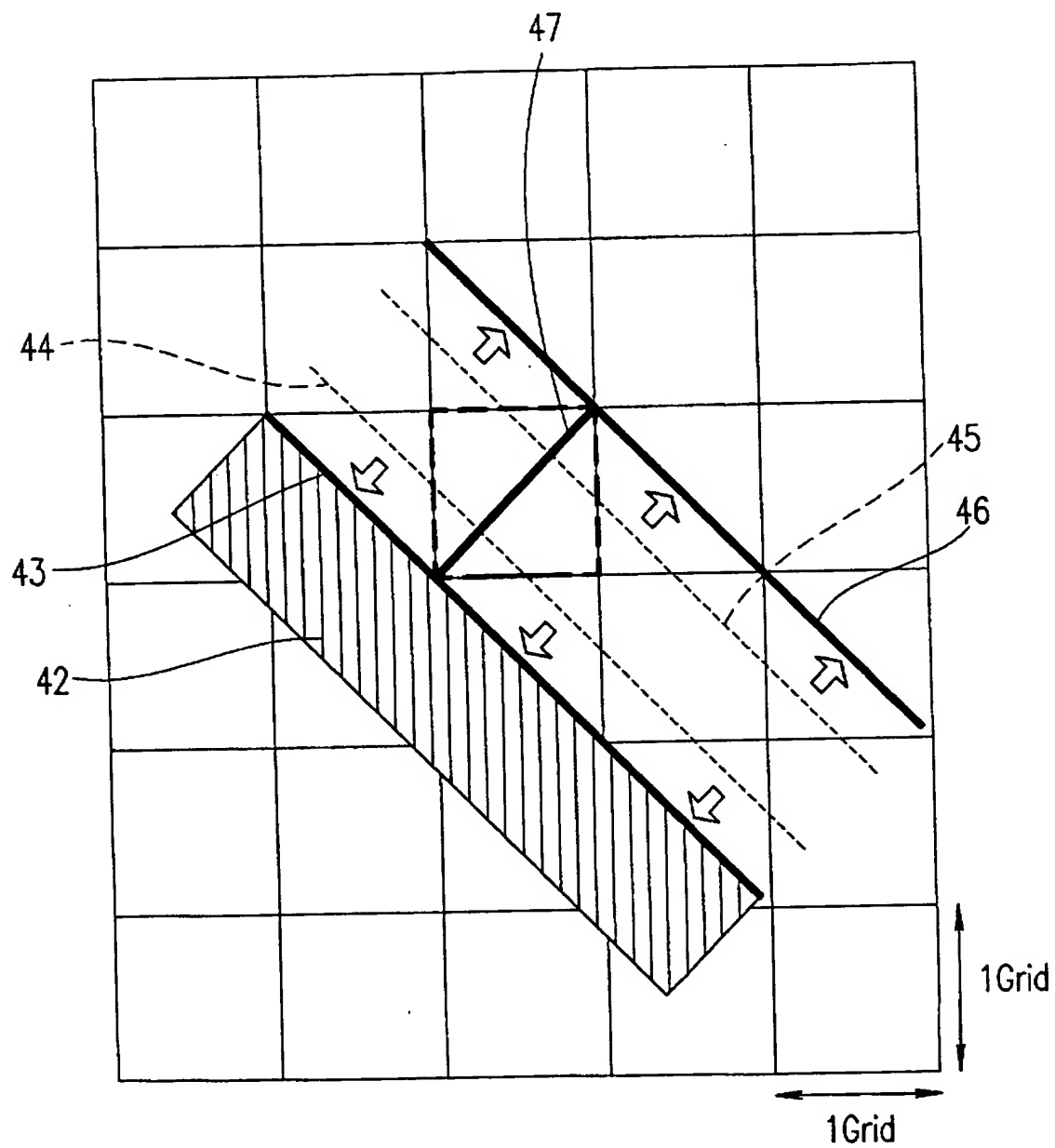
【図 5】



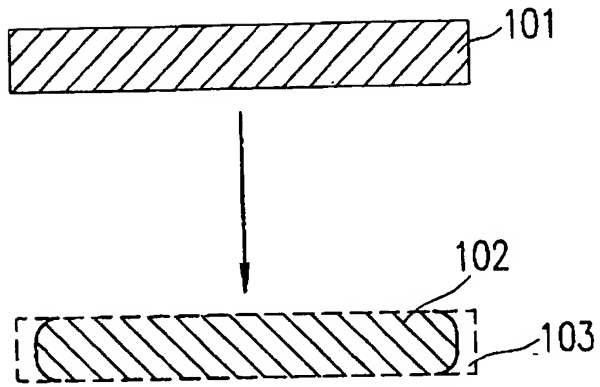
【図 6】



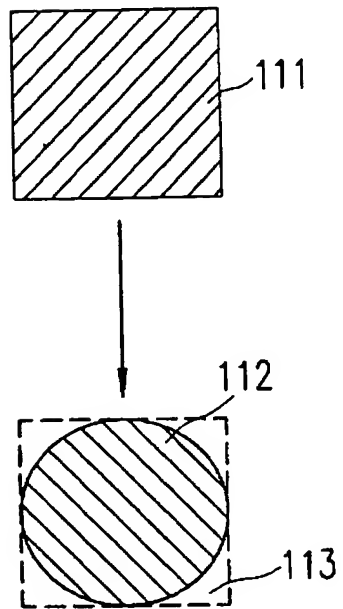
【図 7】



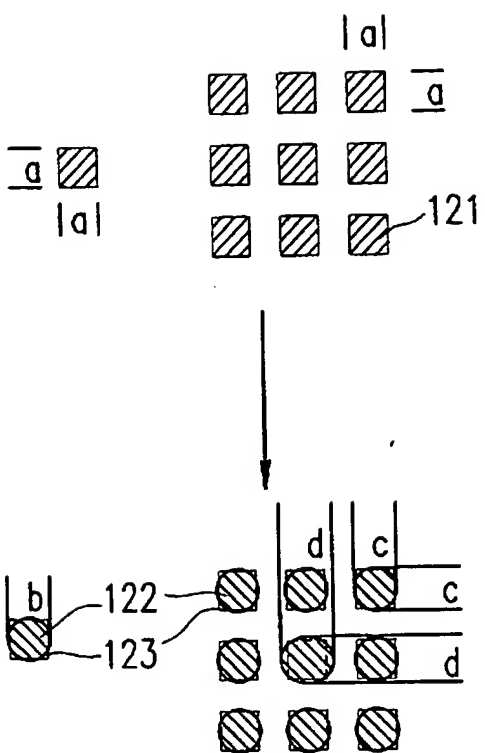
【図 8】



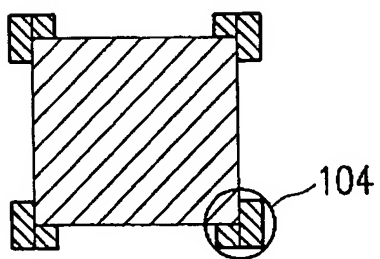
【図 9】



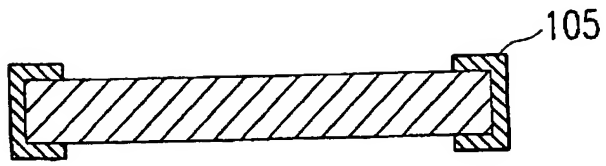
【図 1 0】



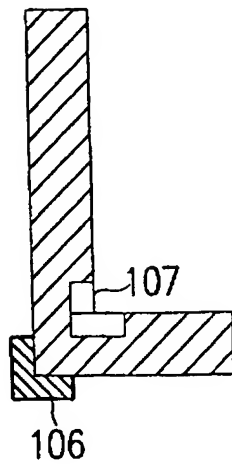
【図 1 1】



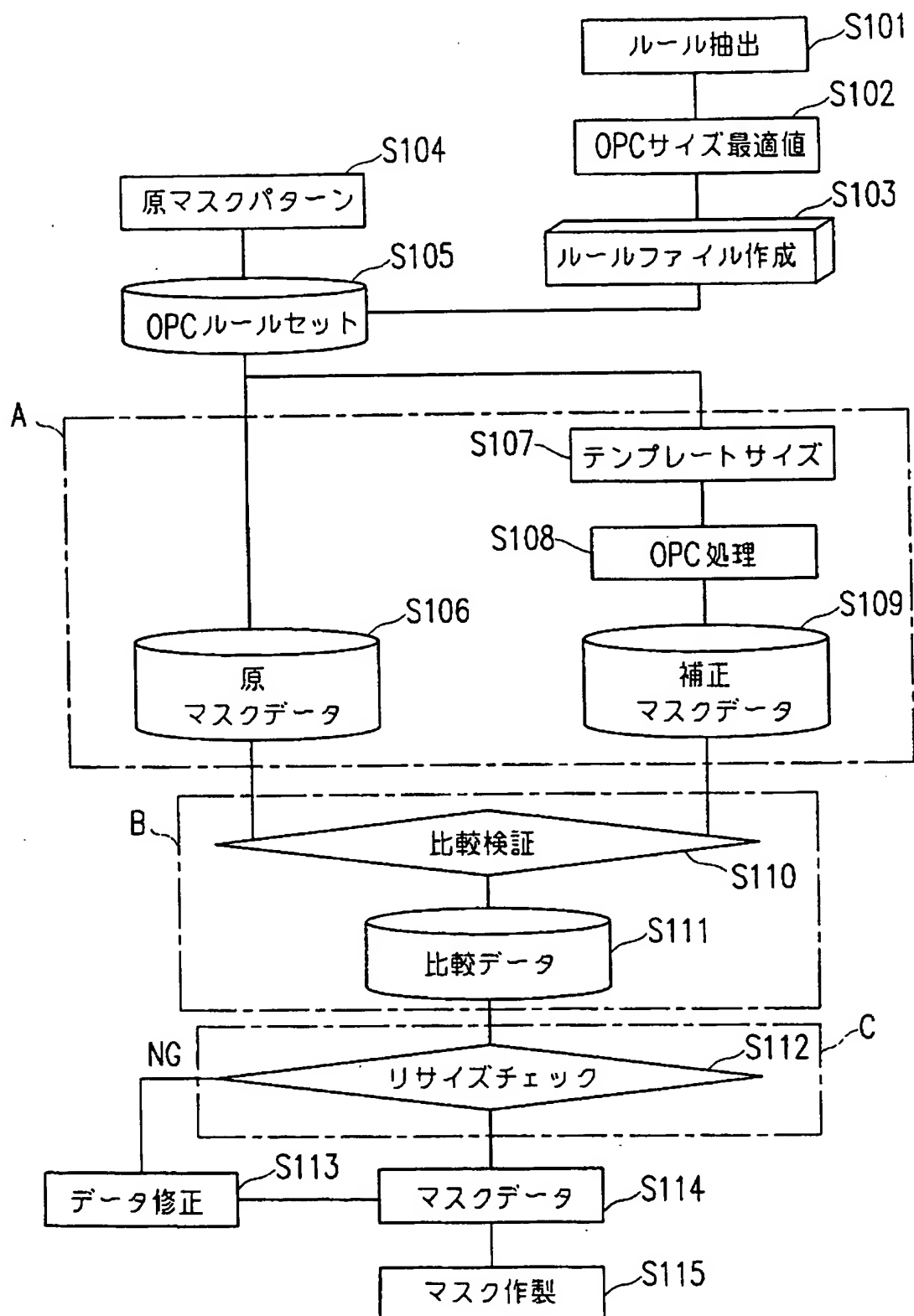
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本来発生されるべきではないOPC処理による小さな補正パターンを見逃すことなく、高精度にOPC処理による補正パターンが適切であるか否かを検出して、微細なマスクパターンを高精度に形成する。

【解決手段】 原マスクパターンデータにテンプレートサイズを変更してOPC処理を施した補正マスクデータと比較検出用データを比較して、不一致パターンデータが抽出されない場合は、補正マスクデータを適切な補正処理が施されたマスクデータと判定する。不一致パターンデータが抽出された場合は、補正マスクデータから不一致パターンデータを除去したマスクデータを生成する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-212945
受付番号	50201074865
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年 7月23日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100078282

【住所又は居所】 大阪府大阪府中央区城見1丁目2番27号 クリスタル
タワー15階

【氏名又は名称】 山本 秀策

【選任した代理人】

【識別番号】 100062409

【住所又は居所】 大阪府大阪府中央区城見1丁目2番27号 クリ
スタルタワー15階 山本秀策特許事務所

【氏名又は名称】 安村 高明

【選任した代理人】

【識別番号】 100107489

【住所又は居所】 大阪府大阪府中央区城見一丁目2番27号 クリスタル
タワー15階 山本秀策特許事務所

【氏名又は名称】 大塩 竹志

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

氏 名 シャープ株式会社